

турные данные. Но сбор экспериментальных данных связан с огромным объемом натурных наблюдений и очень длительным периодом наблюдений. При этом вероятность, что будет покрыт весь диапазон значений факторов мало вероятен.

В качестве методологического инструментария решение задачи было принято математическое моделирование. Последнее базируется на решении систем соответствующих уравнений. Традиционным способом решения этой задачи является решение уравнения Сен-Венана. Будучи по сути одномерным уравнением, эта система хорошо описывает разбег волны по каналу, но колебание на пороге (т.е. в непосредственной близости от входной граничной области) решение получается осредненным и грубым. В связи с этим точность становится не приемлемой, и возникает необходимость в решении задачи непосредственно на пороге камеры шлюза.

Единственным путем решения задачи в таком случае становится решение полной трехмерной системы уравнений Навье-Стокса. Взяв ее в качестве отправной точкой, математическая модель замыкалась уравнением высоко Рейнольдсовской гипотезы турбулентности, с учетом пристеночных моделей, и дополнялась уравнением свободной поверхности – VOF сальар.

Учитывая сложность практической реализации расчетной технологии, авторами была использована многоэтапная цепочка CAD–CAE. Технологическая цепочка включала в себя разработку геометрической модели расчетной области, генерацию расчетной области, формирование граничных условий, отладку расчетной процедуры, постпроцессор и т.д.

Для верификации разработанной математической модели, были проведены натурные исследования в нижнем подходном канале Чайковского шлюза. Результаты математического моделирования и данные натурных исследований сравнивались и показали достаточно хорошую сходимость.

В конечном итоге, это позволило с минимумом экспериментальных работ проанализировать большое число возможных вариантов сочетания исходных параметров и полностью вскрыть картину волнообразования как в подходном канале, так и на пороге камеры шлюза.

Ф.Н. Лисецкий, А.Г. Буняева

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БАЛОЧНОЙ СЕТИ НА ТАРХАНКУТСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Тарханкутский полуостров (Северо-Западный Крым) характеризуется сухим климатом (сумма осадков – 280-290 мм в год (данные 20-40-х гг. XX в.), к настоящему времени норма оценивается в 316 мм, но довольно развитой и, очевидно, древней овражно-балочной сетью (средняя густота – 1.79 км/км²). Тарханкутскую возвышенность формируют параллельные гряды – увалы, перемежающиеся глубокими котловинами, которые дренируются долинами временных водотоков и балками. А.И. Дзенс-Литовский при

обследовании Тарханкута в 30-гг. XX в. отмечал, что образование глубоких и широких балок при современных условиях эрозионной деятельности вод кажется непонятным, так как ни в одной балке не было обнаружено не только постоянного водотока, но и размыва.

На бровках балок неогеновые известняки залегают с 55-100 см, а на склонах балок коренные породы нередко обнажаются. Однако неблагоприятные литолого-геохимические особенности не являются препятствием для произрастания лесов, если это позволяют климатические условия. В современных условиях кустарниковая растительность (при незначительном участии древесных пород) преимущественно распространена в днищах и лишь изредка поднимается по склонам.

На протяжении VIII-IV вв. до н. э. в Причерноморье установилась сравнительно высокая увлажненность климата, что обуславливало большую, чем сейчас водность рек, временных водотоков, источников, повышение уровней внутренних водоемов, высокую степень обеспечения местного населения водными ресурсами [Подгородецкий, 1994].

В Северо-Западном Крыму лесостепь античной эпохи включала древесную растительность из дуба, вяза, с участием клена, тополя, ясеня, ольхи, лещины и других пород [Щеглов, 1978]. В современной растительности балок древесных пород немного – яблоня, слива колочая, груши (три вида) при большом разнообразии кустарников.

Для реконструкции климатических условий прошлого использовали географический аналог (в 600 км к СВ от Тарханкутского полуострова) – среднерусскую лесостепь, где карбонатные породы верхнего отдела меловой системы выступают литогенной основой ландшафтов речных долин, а годовая сумма осадков (580 мм) больше, чем в Северо-Западном Крыму на 220 мм. И глубина залегания мело-мергельных пород здесь также небольшая: к примеру, на левом берегу р. Оскол (Стенки Изгорья) – 70-95 см. В Белгородской области значительно реже, чем 200-300 лет назад, но всё же встречаются меловые боры – шесть участков (на высоких крутых берегах рек Нежеголь, Потудань, Северский Донец, Оскол) из восьми на территории Среднерусской возвышенности. Эти приречные леса представлены сочной обыкновенной (форма меловая), а также широколиственными породами (дуб, ясень, клен, липа и др.).

Комплексный морфометрический анализ Тарханкутского полуострова с помощью анализа цифровой модели рельефа в ArcGIS позволил выделить всю овражно-балочную сеть и классифицировать водотоки по их собирающей способности через площадь выпележащей водосборной области. В результате определены семь наиболее крупных балок (длина – 8,5-43,6 км), для которых выполнен морфометрический анализ рельефа (таблица).

При средней глубине расчленения рельефа суходолами – 120 м наибольшими амплитудами высот водосбора и глубинами вреза основного русла отличаются балки Кель-Шейх и Донузлав.

Помимо них еще три водосбора, исходя из их морфометрических особенностей, могли формировать сток, позволяющий при иной (более гу-

мидной) климатической обстановке в античную эпоху, поддерживать полноводность рек, которым сейчас в рельефе соответствуют суходолы.

Таблица. Морфометрические показатели рельефа наибольших суходолов Тарханкута

Название балки (суходола)	S	H	H_c	L_c	L_{OBC}	K
Донузлав	329	174.1	158.0	43.6	589.1	1.79
Джарылгач	127	85.8	52.0	20.3	216.6	1.71
Кель-Шейх	85	178.5	130.0	18.7	157.7	1.85
Кировская	67	98.1	58.0	16.6	111.9	1.67
Калиновская	33	133.2	117.0	12.7	68.8	2.07
Джайлаевская	27	127.5	110.0	8.5	52.8	1.94
Караджа	25	138.0	121.0	10.9	47.0	1.87
Общее (Z), среднее	$Z=694$	146.0	120.0	131.3	$Z=1244$	1.79

Примечания: S – площадь, км²; H – амплитуда высот водосбора, м; H_c – глубина вреза долины, м; L_c – длина основного русла, км; L_{OBC} – общая длина эрозионной сети, км; K – коэффициент горизонтального расчленения, км/км².

Таким образом, сравнительный анализ ландшафтно-климатических обстановок в крымской степи и среднерусской лесостепи позволяет предположить, что в античную эпоху лесостепным условиям на Тарханкутском полуострове могли соответствовать следующие параметры региональной климатической системы по сравнению с современностью: повышенная от 200 до 230-260 мм годовая сумма осадков при меньших среднегодовых температурах воздуха от 3.4 °С и более. Это определяло возможность генерации в античную эпоху, как минимум, сезонного руслового стока в древних эрозионных формах.

О.Г. Литвинова

Томский государственный архитектурно-строительный университет

ДЕРЕВЯННЫЕ ШЛЮЗО-ПЛОТИНЫ ОБЬ-ЕНИСЕЙСКОГО КАНАЛА (ИЗ ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА)

В середине 90-х гг. XIX в. на Обь-Енисейской соединительной системе активно производились работы по второму этапу строительства. В это время, в строительное управление поступило распоряжение правительства о сокращении затрат на производство работ, при этом предписывалось продолжать возведение системы с сокращением габаритов судопропускных сооружений. Сложная экономическая задача была решена совершенно иным образом. Инженеры решили сократить затраты на строительство за счёт изменения планировочного и конструктивного решения гидротехнических узлов, не уменьшая изначальных габаритов шлюзовых камер. Б.А. Аминов и Л.С. Мысловский спроектировали новый тип судопропускного сооружения – шлюзо-плотину «Генеральскую», которая имела принципиально иной вид от других. Строилась она в коренном русле, для чего река на